

## SISTEM IR-UWB WBAN UNTUK MONITORING APLIKASI KESEHATAN

### (IR-UWB WBAN SYSTEM FOR HEALTH MONITORING APPLICATIONS)

**Hafizah Dellya Suherman<sup>1</sup>, Ir, Miftadi Sudjai MSc, Ph.DT<sup>2</sup>, Trasma Yunita S.T., M.T.<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>1</sup>[hafizahdellyas@student.telkomuniversity.ac.id](mailto:hafizahdellyas@student.telkomuniversity.ac.id), <sup>2</sup>[miftadisudjai@gmail.com](mailto:miftadisudjai@gmail.com), <sup>3</sup>[trasmayunita@telkomuniversity.ac.id](mailto:trasmayunita@telkomuniversity.ac.id)

#### Abstrak

*Teknologi wireless body area networks (WBAN)* merupakan perkembangan dari konsep PAN yang mampu memberikan kemampuan terbentuknya jaringan dipermukaan tubuh manusia yang terintegrasi dengan jaringan disekitarnya. Selain itu perkembangan elektronika semakin memberikan pengaruh untuk pembentukan smart aplikasi dengan desain yang *compact* dan bisa diletakkan di atas tubuh maupun diimplan ke tubuh manusia. Kemampuan *signal processing* serta *complex* BANs tentunya sangat dibutuhkan untuk membentuk suatu kesatuan fungsionalitas yang menghasilkan aplikasi yang bermanfaat. Teknik yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah *Impulse Radio Ultra Wide Band Wireless Body Area Network (IR-UWB WBAN)* yang merupakan jenis pensinyalan *UWB* menggunakan pulsa baseband sangat pendek, biasanya dalam nano detik. Teknik *IR-UWB WBAN* bertujuan untuk penginderaan nirkabel berdasarkan teknologi *UWB*. *frekuensi* yang digunakan 3,1 GHz- 10,6 GHz, kanal 802.15.6 dan *bandwidth* 500 MHz sesuai IEEE. Kanal yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan Channel CM4, CM4 adalah pengukuran antena Tx yang berada dipermukaan tubuh sedangkan antena Rx ditempatkan pada luar tubuh dan bervariasi untuk posisi yang berbeda. Data yang dihasilkan akan menggunakan *software* simulasinya.

Pada penelitian tugas akhir ini dilakukan analisis sistem IR-UWB WBAN untuk *monitoring* aplikasi kesehatan. Dengan menggunakan modulasi *Binary Phase Shift Keying (BPSK)*, *Pulse Position Modulation (PPM)*, dan *Gaussian Monocycle* serta menggunakan kanal CM4 dan *Awgn*. Oleh karena itu didapat hasil performansi nilai *Bit Error Rate (BER)* terhadap *Signal to Noise Ratio (SNR)* dalam setiap *body direction 1 – body direction 4*. *BER* yang dicapai bernilai  $10^{-3}$  pada *SNR* 1-7 dB. Untuk *body direction 1* didapat ber  $10^{-3}$  dengan *SNR* 1-4 dB, untuk *body direction 2* didapat *BER*  $10^{-3}$  dengan *SNR* 1- 5 dB, sedangkan untuk *body direction 3* didapat *BER*  $10^{-3}$  dengan *SNR* 1-7 dB, dan untuk *body direction 4* didapat *BER*  $10^{-3}$  dengan *SNR* 1-6 dB. Dan dengan menggunakan Teknik *IR-UWB WBAN* bisa mendapatkan hasil analisis performansi untuk *WBAN*.

**Kata kunci :** *WBAN, IR-UWB, SOFTWARE, BER, SNR*

#### Abstract

Wireless body area networks (WBAN) technology is a development of the PAN concept that is able to provide the ability to form a network on the surface of the human body that is integrated with the surrounding issue. In addition, the development of electronics is increasingly influencing the formation of smart applications with designs that are compact and can be placed on the body or implanted into the human body. The ability of signal processing and complex BANs is certainly very needed to form a unity of functionality that produces useful applications. The technique used in this final project research is *Impulse Radio Ultra Wide Band Wireless Body Area Network (IR-UWB WBAN)* which is a type of *UWB* signaling using very short baseband pulses, usually in nano seconds. *WBAN IR-UWB* technique aims for wireless sensing based on *UWB* technology. the frequency used is 3.1 GHz-10.6 GHz, 802.15.6 channel and 500 MHz bandwidth according to IEEE. The canal used in this study uses Channel CM4, CM4 is a measurement of the Tx antenna that is on the surface of the body while the Rx antenna is placed outside the body and varies for different positions. The data generated will use the simulation software.

In this final project, an analysis of the *IR-UWB WBAN* system for monitoring health applications. By using *Binary Phase Shift Keying (BPSK)* modulation, *Pulse Position Modulation (PPM)*, and *Gaussian Monocycle* and using Cm4 channels and *Awgn*. Therefore, the results of the

*Bit Error Rate* (BER) result are obtained against *Signal to Noise Ratio* (SNR) in each body direction 1 - body direction 4. The achieved value is  $10^{-3}$  in Snr 1-7 dB. For body direction 1, there are  $10^{-3}$  with Snr 1-4 dB, for body direction 2, Ber  $10^{-3}$  with Snr 1- 5 dB, while for body direction 3, Ber  $10^{-3}$  with Snr 1-7 dB, and for body direction 4 obtained Ber  $10^{-3}$  with Snr 1-6 dB. And by using the WBAN IR-UWB Technique you can get the results of performance analysis for WBAN.

**Keywords:** WBAN, IR-UWB, SOFTWARE, BER, SNR

## 1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara berkembang, dengan berjalannya waktu jumlah penduduk di Indonesia terus meningkat. Kesehatan sering diabaikan oleh masyarakat, hal ini terjadi karena jauhnya rumah sakit, mahalnya biaya pengobatan dan kurangnya tenaga kerja dalam bidang kesehatan di Indonesia. Ilmu telekomunikasi merupakan ilmu yang dapat menanggulangi masalah diatas. Telemedis merupakan salah satu aplikasi ilmu telekomunikasi dibidang kesehatan untuk melakukan pemeriksaan dari jarak jauh [1]. Telemedis dengan teknologi *wireless* memudahkan monitoring dan menangani pasien yang berada jauh dari rumah sakit maupun dokter.

Beberapa tahun belakangan ini berkembang penelitian tentang jaringan area tubuh nirkabel *Wireless Body Area network* (WBAN). WBAN adalah jaringan sensor perangkat komunikasi yang diletakkan didalam atau diluar tubuh untuk memonitoring aktivitas fisiologis tubuh. Selain itu perkembangan elektronika semakin memberikan pengaruh untuk pembentukan smart aplikasi dengan desain yang compact dan bisa diletakkan diatas tubuh maupun diimplant ke tubuh manusia. Kemampuan *signal processing* serta *complex BANs* tentunya sangat dibutuhkan untuk membentuk suatu kesatuan fungsional. *WBAN* alat yang berukuran kecil dan memiliki daya yang rendah [12].

Propagasi radio didalam atau diluar tubuh manusia sangat dipengaruhi oleh lingkungan, postur dan aktivitas tubuh. *Body centric* termasuk saluran *Ultra Wide Band (UWB)* dipita frekuensi 3,1-10.6 GHz. *Ultra Wide Band (UWB)* adalah salah satu teknologi yang menggunakan frekuensi operasi sangat lebar sehingga sanggup menyalurkan data dengan kecepatan tinggi. Sistem nirkabel UWB umumnya didasarkan pada transmisi.

Propagasi radio didalam atau diluar tubuh manusia sangat dipengaruhi oleh lingkungan, postur dan aktivitas tubuh. *Body centric* termasuk saluran *Ultra WideBand (UWB)* dipita frekuensi 3,1-10.6 GHz. *Ultra WideBand (UWB)* adalah salah satu teknologi yang menggunakan frekuensi operasi sangat lebar sehingga sanggup menyalurkan data dengan kecepatan tinggi. Sistem nirkabel UWB umumnya didasarkan pada transmisi [6].

Pada penelitian [6] telah dilakukan analisis tentang *Wireless Body Area Network (WBAN)*, salah satu metode yang digunakan dalam WBAN adalah *Space Time Frequency Coded (STFC) Multiband Orthogonal Frequency Division Multiplexing (MB-OFDM)* dan *Impulse Radio Ultra WideBand (IR-UWB) WBAN*. MB-OFDM sudah ada hasil analisis sistem performansi sistem kanalnya, IR-UWB belum memiliki analisis tetapi IR-UWB sudah melakukan di implementasi. Berdasarkan penelitian [2], A. Lazaro, D. Girbau, and R. villarino mengimplementasikan IR-UWB untuk monitoring detak jantung dan pernapasan [2]. *Impulse Radio (IR-UWB) WBAN* adalah jenis persinyalan UWB yang menggunakan pulsa baseband sangat pendek, biasanya dalam nano detik. Metoda IR-UWB WBAN menggunakan perangkat penginderaan nirkabel berdasarkan teknologi UWB yang bertujuan untuk mendeteksi tanda vital, mengetahui kelainan yang ada didalam tubuh, penyelamatan dan keamanan [2]. Menurut IEEE 802.15.6 IR-UWB WBAN memiliki bandwidth 500 MHz untuk setiap kanalnya [3].

### 2.1 Ultra Wide Band (UWB)

*Ultra Wide Band (UWB)* merupakan teknologi aplikasi wireless yang beroperasi pada frekuensi 3,1 GHz – 10,6 GHz. Dan memiliki bandwidth frekuensi transmisi lebih lebar yaitu 500 MHz menurut IEEE 802.15.6. Teknik yang menerapkan UWB adalah *Impulse Radio Ultra Wide Band (IR-UWB)* yang transmisinya sangat singkat (dalam urutan nano perdetik) dan pulsa dayanya rendah. Ir-uwB sangat menguntungkan karena menghilangkan kebutuhan konversi naik dan turun memungkinkan *tranciever* dengan kompleksitas rendah. Dan ini juga memungkinkan berbagai jenis modulasi untuk digunakan seperti *On Off Keying (OOK)*, *Pulse Amplitude Modulation (PAM)*, *Pulse Position Modulation (PPM)*, *Phase Shift Keying (PSK)* [4].

### 2.2 IR-WBAN

*Impulse Radio Wireless Body Area Network (IR-WBAN)* adalah jenis persinyalan UWB yang

menggunakan pulsa baseband sangat pendek, biasanya dalam nano detik. *Ultra Wide Band (UWB)* adalah teknologi yang memiliki fitur yang berbeda karena bandwidthnya sangat lebar. Sistem nirkabel UWB umumnya didasarkan pada transmisi dan penerima pulsa sub-nano second tanpa operator atau pulsa pendek termodulasi dengan operator. Bahwa sistem nirkabel tersebut dapat memberikan kompleksitas rendah dan daya rendah[2].

### 2.3 Channel UWB WBAN sesuai IEEE

Pemodelan kanal IEEE 802.15.6, menyediakan model saluran yang akan digunakan dalam jaringan area tubuh. Tujuan pemodelan ini untuk mengevaluasi kinerja lapisan fisik. Model saluran atau skenario yang pada dasarnya terdiri dari node implant, node permukaan tubuh dan node eksternal. Simpul susuk ditanam dibawah kulit atau didalam tubuh manusia. Node permukaan tubuh ditempatkan dipermukaan kulit manusia, atau paling banyaknya 2 cm jauhnya, dan node eksternal ditempatkan anatara beberapa sentimeter dan hingga 5 m dari tubuh. Model kanal dikelompokan ke dalam 7 bagian atau kelas yang dapat diwakili oleh model saluran yang sama (CM4) sebagai berikut [5][6];

- a. Cm1 didefinisikan sambungan implant ke implant (S1) yang beroperasi di pita MICS saja (402-405 MHz) [5][6].
- b. Cm2 menentukan hubungan implant ke permukaan tubuh (S2) dan implant ke eksternal (S3), beroperasi pada pita yang sama dengan CM1. Biasanya terjadi setelah sekitar 10cm dari permukaan tubuh[5][6].
- c. Cm3 didefinisikan permukaan-permukaan tubuh ke tubuh untuk skenario LOS (S4) dan NLOS (S5). Cm3 dimaksudkan untuk beroperasi di tujuh band yang berbeda. Termasuk di band UWB (3,1-10,6 GHz)[5][6].

Table 1.1 Parameter cm3

$a_l$	$y_0$	-4.60 dB
	$\Gamma$	59,7
	$\sigma_s$	5.02 dB
$t_l$	$1/\lambda$	1.85 dB
$L$	$\bar{L}$	38.1

- d. Cm4 yaitu, pengukuran antena TX tetap dekat dengan dinding sedangkan antena RX ditempatkan pada tubuh dan bervariasi untuk posisi yang berbeda berikut adalah persamaan dari Cm 4,[6];

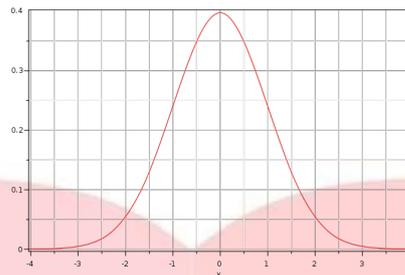
Table 1.2 Parameter cm4

Body Direction	$\Gamma(ns)$	$k(\Delta k(dB))$	$\sigma(dB)$
$0^\circ$	44,6364	5.111(2.22)	7.30
$90^\circ$	54.2868	4.348(18.8)	7.08
$180^\circ$	53.4186	3.638(15.8)	7.03
$270^\circ$	83.9635	3.983(17.3)	7.19

### 2.4 Randon Proses

Random proses memiliki dua sifat yaitu, fungsi waktu dan sifat proses acak dalam arti sebelum melakukan percobaan, tidak dapat ditentukan bentuk gelombang yang akan diamati. Titik sampel yang sesuai dengan target memiliki hasil yang mungkin dari percobaan disebut ruang sampel, setiap ruang sample atau fungsi susunan *ensamble* waktu disebut proses *random*. Sebagai bagian integral dari gagasan ini mengasumsikan keberadaan distribusi probabilitas yang didefinisikan pada kelas set yang sesuai dalam ruang sampel s dan oleh probabilitas peristiwa ini, bahwa kami menentukan untuk setiap titik sampel s adalah fungsi waktu sesuai dengan aturan [8];

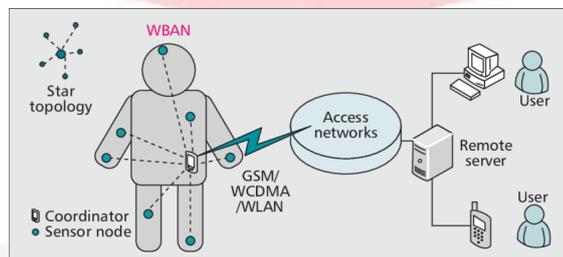
$$X(t, s), -T \leq t \leq T \quad (2.9)$$



Gambar 2.3 menunjukkan sebagai saluran aditif white gaussian noise (awgn), Menyatakan sinyal yang diterima sebagai  $x(t)$  diantaranya;[8]

$$x(t) = s_i(t) + w(t), \quad \begin{cases} 0 \leq t \leq T \\ i = 1, 2, \dots, M \end{cases}$$

### 3.1. Desain Sistem



Gambar 3. 1 Blok Desain Sistem untuk WBAN

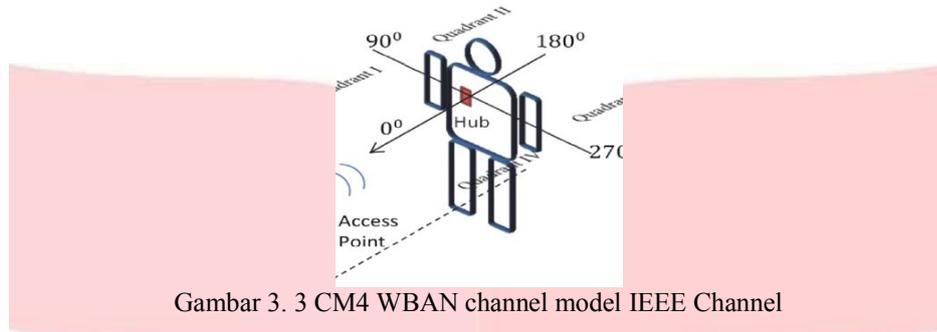


Gambar 3. 2 Posisi sudut pasien dengan access point

Sistem yang terdapat pada simulasi di tugas akhir ini, dirancang untuk mendapatkan informasi kesehatan atau memonitoring kesehatan yang berada di dalam tubuh pasien. Di dalam tubuh seorang pasien terdapat sebuah sensor, dimana sensor bekerja untuk mendeteksi penyakit yang ada didalam tubuh pasien. Sensor ini bertujuan untuk mengetahui koneksi kesehatan pada pasien. Sensor yang ada didalam tubuh pasien bekerja sesuai dengan tujuan atau sasarannya. Misalnya, setiap bagian sensor akan ditanamkan cip di berbagai titik dan akan bekerja pada fungsi dan tujuannya. Lalu, setelah data dari cip di dapatkan dari sensor yang berada didalam tubuh pasien, data akan ditransmisikan ke sebuah perangkat yang menghubungkan informasi mengenai kesehatan yang dinamakan hub. Hub adalah sebuah perangkat yang berfungsi untuk menghubungkan informasi satu ke informasi lainnya. Data informasi yang berada di hub selanjutnya akan dikirim ke perangkat yang dimiliki oleh dokter atau pihak rumah sakit seperti gambar 3.1.

Awalnya komunikasi menggunakan kabel yang sangat banyak serta harus di transfer ke sebuah monitor. Kemudian data yang di dapat dikumpulkan lalu dikirimkan ke user. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah untuk memudahkan agar lebih efisien untuk monitoring kesehatan seorang pasien yang berada jauh dari dokter atau rumah sakit. Karena tanpa menggunakan kabel, tetapi menggunakan sensor yang berada didalam tubuh

pasien kemudian datanya dapat ditransfer ke hub lalu dikirimkan melewati akses poin secara wireless. Serta computer yang terhubung dengan hub bisa saling bertukar informasi satu sama lain.



Gambar 3. 3 CM4 WBAN channel model IEEE Channel

Pada sistem IR-UWB WBAN ini, kanal yang digunakan oleh penulis adalah CM4 yang sesuai dengan ketentuan IEEE 802.15.6. kanal Cm 4 akan digunakan dalam analisis pengiriman yang akan dibantu oleh Additive White Gaussian Noise (AWGN) untuk melihat keakuratan dalam pengiriman. Pada sistem IR-UWB WBAN ini, kanal yang digunakan oleh penulis adalah CM4 yang sesuai dengan ketentuan IEEE 802.15.6. kanal Cm 4 akan digunakan dalam analisis pengiriman yang akan dibantu oleh Additive White Gaussian Noise (AWGN) untuk melihat keakuratan dalam pengiriman. Dari arah tubuh  $q \in \{0^\circ, 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ\}$  masing-masing seperti yang ditunjukkan pada table 2.3. karenanya kuadran I memiliki persamaan berikut[10];

- a. Model cm4 yaitu, pengukuran antena TX tetap dekat dengan dinding sedangkan antena RX ditempatkan pada tubuh dan bervariasi untuk posisi yang berbeda berikut adalah persamaan dari Cm 4,

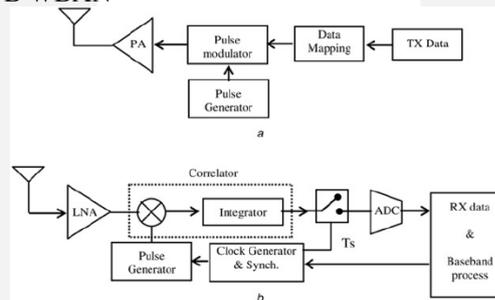
Dimana,

$$h(t) = \sum_{m=0}^{l-1} am \lambda(t - \tau m)$$

$$|am|^2 = \Omega_0 e^{-\frac{\tau m}{T}} - k[1 - \delta(m)] \beta$$

$$k = \Delta k \left( \frac{\ln 10}{10} \right); \tau_0 = \frac{d}{c}; \text{ and } \beta \sim \text{long normal} (0, \sigma)$$

### 3.2. Blok Diagram IR-UWB WBAN



Gambar 3. 4 Arsitektur sistem UWB untuk komunikasi kapsul endoskopi

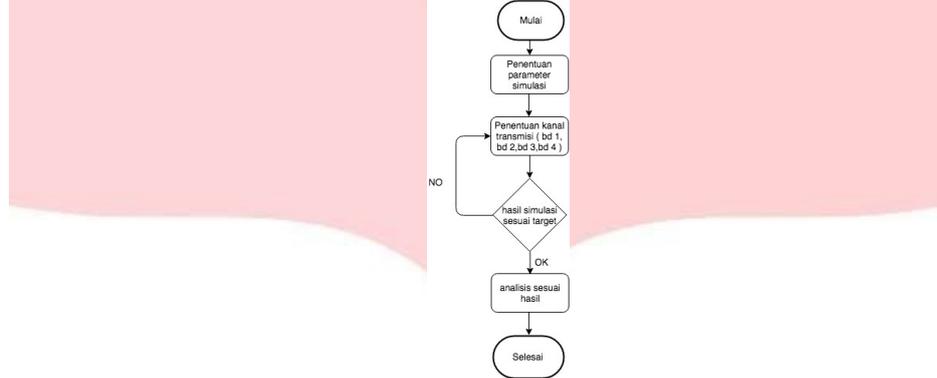
Pada Gambar 3.5 menunjukkan blok diagram sistem IR-UWB WBAN dengan menggunakan metode modulasi yang ditentukan dari pengirim ke penerima. Tx data adalah sekumpulan data yang berbentuk analog dan pengiriman data yang akan dikirimkan dengan jaringan nirkabel. Saat data di proses oleh nrz dikirimkan ke data mapping yang dimodulasi dengan menggunakan Binary Phase Shift Keying (BPSK), Bpsk adalah dimana fasa dari frekuensi pembawa akan diubah antara dua nilai yang menyatakan keadaan biner 1 dan 0.

Kemudian pada pulse modulator sinyal dimodulasi menggunakan Pulse Position Modulation (PPM). Setelah di modulasikan dengan menggunakan Ppm maka data tersebut akan di konklusikan. saat data ditransmisikan oleh pulse modulator akan melewati pulse generator dengan metode gaussian monocycle. Pada pembangkitan sinyal TX data menggunakan persamaan NRZ dikarenakan mengetahui bit 0 dan 1. Di metode ini penulis menggunakan nrz dikarenakan tidak terlalu

komplek dan penulis menggunakan nrz bipolar karena memiliki bandwidth yang lebih hemat. Berikut merupakan persamaan NRZ dengan menggunakan bit rondom.

Saat sinyal yang dikirimkan dari tx data sinyal tersebut melewati data mapping, data mapping yang digunakan adalah menggunakan modulasi BPSK. Bpsk atau disebut *band phase shift keying* adalah teknik modulasi digital dimana fasa dari sinyal carrier di ubah-ubah sesuai dengan dua sinyal informasi yang mewakili biner 1 dan 0[8][9].

3.3. Metode Simulasi  
3.1.1 Flowchart



Gambar 3. 5 flowchart simulasi

Pada Gambar 3.4 flowchart simulasi, parameter yang digunakan adalah bit rondom dengan 1000 bit, menggunakan iterasi 100, metode simulasi menggunakan monte karlo. Parameter pokok menggunakan metode modulasi bpsk, ppm, sistem menggunakan gaussian monocycle dengan waktu 0-700 nano/s. Kanal yang digunakan disimulasi menggunakan Cm4 dan Awgn. Menggunakan cm4 dikarenakan kita mendeteksi apa yang terjadi saat pengiriman atau dikarenakan pengukuran antenna TX tetap dengan dinding sedangkan antenna RX ditempatkan pada tubuh. Setelah diproses sesuai body direction terhadap sudut (0°, 90°, 180°, 270°). Saat melakukan body direction (0°) menginput nilai kanal h= 0.008, 0.007, 0.005, 0.002, 0.002, 0.001, 0 dan setelah melakukan running keluarlah nilai ber. Body direction 2 (90°) nilai kanal h=0.008, 0.007, 0.005, 0.003, 0.002, 0.001, 0 setelah itu dilakukan running dan keluarlah nilai ber. Body direction 3 nilai kanal h= 0.009, 0.007, 0.007, 0.003, 0.003, 0.002, 0 setelah itu di running keluarlah nilai ber dari body direction 3. Body direction 4 nilai kanal h= 0.008, 0.007, 0.005, 0.003, 0.002, 0.002, 0 setelah itu di running keluarlah nilai ber yang diinginkan dari body direction 4.

3.1.2 Parameter Cm4

Tabel 3. 1 Parameter Cm4

Body Direction	$\Gamma(ns)$	$k(\Delta k(dB))$	$\sigma(dB)$
0°	44.6364	5.111(2.22)	7.30
90°	54.2868	4.348(18.8)	7.08
180°	53.4186	3.638(15.8)	7.03
270°	83.9635	3.983(17.3)	7.19

Tabel 3.1 menunjukkan nilai parameter dari cm4, keterangan diatas yang menunjukkan body direction itu adalah posisi si pasien dari acces point. Saat body direction 1 menunjukkan sudut (0°) pada access point, pada posisi (0°) dihadapan acces point maka yang terjadi berjalan lurus tanpa hambatan atau biasa disebut line of site. Dan saat sudut(0°) gammanyabernilai  $\Gamma = 44,6364ns$ ,  $k(\Delta k(dB))$  adalah pengaruh k-faktor dari permukaan tubuh ke luar tubuh atau disebut (NLOS) yang memiliki nilai 5.111739 dB, sigma memiliki nilai 7.30 dB.

3.1.3 Parameter TX-RX

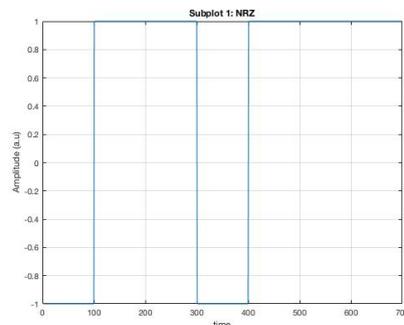
Tabel 3. 2 Parameter Simulasi

Parameter	Nilai
Bit random (N)	1000 Bit
Snr/Eb(no)	1-7dB
Iterasi	100
Modulasi	BPSK, PPM, Gaussian Monocycle
Body Direction	( 0°, 90°, 180°, 270° )
Kanal	CM4

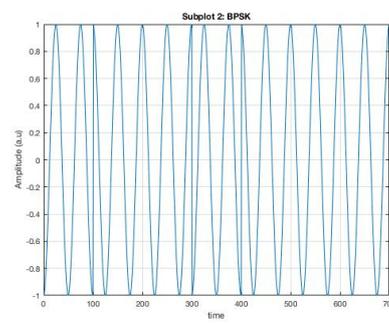
Table 3.2 adalah menunjukkan parameter tx-rx pada simulasi, bit yang dikirimkan ke penerima 1000 bit, dengan menggunakan snr 1-7dB. setelah itu modulasi yang digunakan pada simulasi ini menggunakan metode bpsk, ppm, gaussian monocycle. Saat sudah metode modulasi di input disini hanya memproses body direction 1, body direction 2, body direction 3 dan body direction 4. Dan menggunakan kanal cm4 dan disini menggunakan iterasi 100 atau pengulangan 100. Kenapa menggunakan iterasi 100 dikarenakan ingin mendapatkan hasil yang maksimal makanya dilakukan pengulangan 100.

### 3 Hasil Pengujian Melalui Simulasi dan Analisis

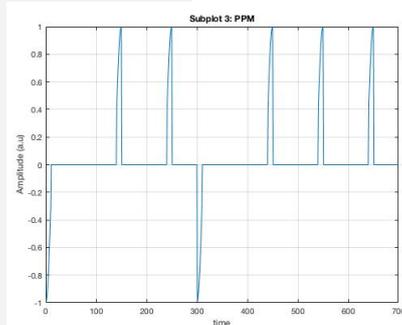
#### 3.1 Analisis Sistem Modulasi



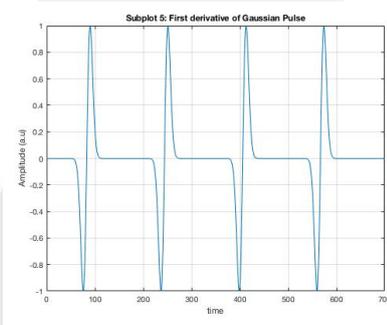
Gambar 4.1 Bentuk Sinyal Nrz



Gambar 4.2 Bentuk Sinyal Bpsk



Gambar 4.3 Bentuk Sinyal Ppm

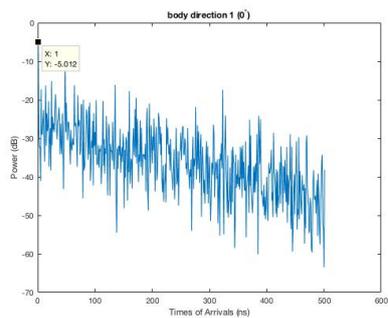


Gambar 4.4 Bentuk Sinyal Gaussian

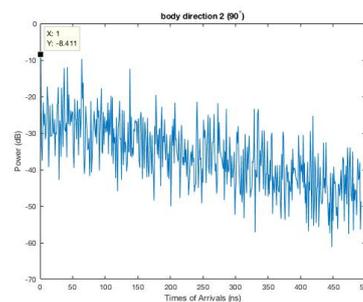
Gambar 4.1 adalah bentuk sinyal nrz, dalam data yang dikirimkan 1000 bit dengan iterasi 100, menggunakan Teknik modulasi NRZ. Hasil dari simulasi berupa amplitudo dan waktu. Dimana fasa waktu 0-100 memiliki nilai amplitudo -1 yang menunjukkan bit 0, waktu 100-200 memiliki amplitudo 1 yang menunjukkan bitnya 1. Sedangkan waktu 200-300 amplitudonya kembali menjadi -1. Diasumsikan pada bit 0 dan 1 terjadi perubahan amplitudo.

Gambar 4.2 adalah hasil simulasi menggunakan teknik metode BPSK dimana dikirimkan data menggunakan 1000 bit dengan menggunakan iterasi 100. Dari data yang dikirimkan dari nrz dalam bentuk digital, di bpsk di proses menjadi digital. hasil dari simulasi menunjukkan amplitudo dan waktu.

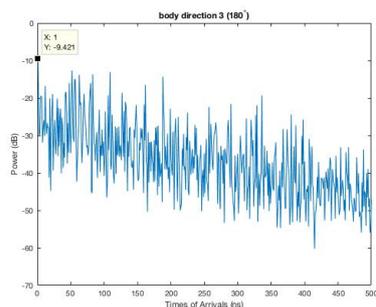
#### 3.2 Evaluasi Kanal CM4



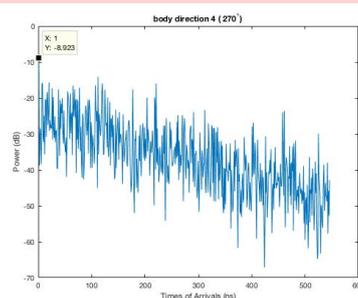
Gambar 4.5 Bentuk PDP (Power Delay Profil) 0°



Gambar 4.6 Bentuk PDP (Power Delay Profil) 90°



Gambar 4.7 Bentuk PDP (Power Delay Profil) 180°



Gambar 4.8 Bentuk PDP (Power Delay Profil) 270°

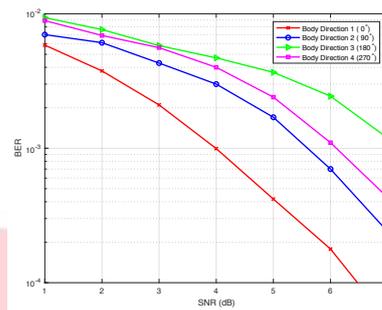
Gambar 4.5 adalah persama *body direction* 1 (0°), dalam melakukan simulasi ini terdapat 552 data dan SNR yang digunakan adalah 7. *Body direction* 1 memiliki *time of arrival* (ns) (0 sampai 600 ns) dan *power* (0 sampai (-80)) sinyal 1 atau sinyal datang yang terjadi karena ada sinyal *multipath* dan seharusnya sinyal datang yang tidak terjadi *delay* maka bila dikirimkan 1 maka yang diterima oleh penerima pun juga 1. tetapi diantara pengiriman terdapat *delay* transmisi maka sumbu waktu sinyal yang dikirimkan pada saat waktu adalah 0 maka waktu yang dibutuhkan pada saat pengiriman sinyal adalah 0,2 s. pada di *body direction* 1 (0°) memiliki  $x = 1$  dan  $y = -5.012 \text{ dB}$ . di *body direction* 1 ini langsung berhadapan dengan *access point* atau biasa di sebut *line of sight*, dan di *body direction* 1 terdapat *delay* yang sangat kecil dan langsung bisa sampai ke pengirim.

Gambar 4.6 adalah persama *body direction* 2 (90°), dalam melakukan simulasi ini terdapat 552 data dan SNR yang digunakan adalah 7. *Body direction* 2 memiliki *time of arrivals* (ns) (0 sampai 500ns) dan *power* (0 sampai (-70)). Di *body direction* 2 tidak terlalu beda dengan *body direction* 1 dikarenakan *body direction* 2 berada di sudut 90 pasien. *Body direction* 2 memiliki nilai  $x = 1$  dan  $y = -8.411 \text{ dB}$ . Oleh karena itu saat waktu  $x = 1$  maka powernya bernilai  $y = -8.411 \text{ dB}$ .

Gambar 4.7 adalah persamaan *body direction* 3 (180°), dalam melakukan simulasi ini terdapat 552 data dan SNR yang digunakan adalah 7. *Body direction* 3 memiliki *time of arrivals* (ns) (0 sampai 600ns) dan *power* (0 sampai (-70)) dan di *body direction* 3 mengalami *delay* yang sangat banyak dikarena *body direction* 3 banyak memiliki hambatan dan *body direction* 3 posisinya membelakangi *access point*. *Body direction* 3 memiliki nilai  $x = 1$  dan  $y = -9.421 \text{ dB}$ . Oleh karena itu saat waktu  $x = 1$  maka *power* bernilai  $y = -9.421 \text{ dB}$ .

Gambar 4.8 adalah persama *body direction* 4 (270°), dalam melakukan simulasi ini terdapat 552 data dan SNR yang digunakan adalah 7. *Body direction* 4 memiliki *time of arrivals* (ns) (0 sampai 600ns) dan *power* (-5 sampai (-55)). Di *body direction* 4 tidak terlalu beda dengan *body direction* 1 dan 2 dikarenakan *body direction* 4 berada di sudut 270° pasien. *Body direction* 4 memiliki nilai  $x = 1$  dan  $y = -8.923 \text{ dB}$ . Oleh karena itu saat waktu  $x = 1$  maka *power* bernilai  $y = -8.923 \text{ dB}$ .

### 3.3 Analisis IR-UWB



Gambar 4.9 Hasil simulasi menunjukkan BER dan SNR

Gambar 4.9 menunjukkan hasil perbandingan grafik BER dan Eb/No (db) terhadap *body direction 1* – *body direction 4*. Dimana garis berwarna merah dengan simbol x menunjukkan grafik untuk *body direction 1* (0°), garis berwarna biru dengan simbol lingkaran menunjukkan grafik *body direction 2* (90°), garis berwarna ungu dengan simbol kotak menunjukkan grafik *body direction 4* (270°) dan garis berwarna hijau menunjukkan grafik *body direction 3* (180°). Dapat dilihat, perbandingan antara *body direction 1*, *body direction 2*, *body direction 3* dan *body direction 4* sangat terlihat perbedaannya.

*Body direction 1* untuk mendapatkan BER  $10^{-3}$  dibutuhkan SNR (1- 4dB) dan Numerik ( 1.2589, 1.5849, 1.9953, 2.5119) dan untuk mendapatkan  $10^{-4}$  dibutuhkan SNR (4-7dB) dan numerik ( 2.5119, 3.1623, 3.9811, 5.0119). *Body direction 1* memiliki eror yang sangat sedikit dikarenakan berada diposisi 0° terhadap *access point* oleh karena itu, tidak terlalu memiliki banyak gangguan dan hambatan yang sangat signifikan. *Body direction 2* tidak terlalu beda jauh dengan *body direction 1* dikarenakan *body direction 2* berada di samping *access point*, untuk mendapatkan BER  $10^{-3}$  dibutuhkan SNR (1- 5 dB) dan numerik ( 1.2589, 1.5849, 1.9953, 2.5119, 3.9811) dan BER  $10^{-4}$  dibutuhkan SNR (6-7dB) dan Numerik ( 3.9811, 5.0119).

*Body direction 3* memiliki nilai BER  $10^{-3}$  dan memiliki nilai SNR (1-7dB) dan numerik ( 1.2589, 1.5849, 1.9953, 2.5119, 3.1623, 3.9811, 5.0119 ). *Body direction 3* tidak seperti *body direction 1* dan *body direction 2*, dikarenakan *body direction 3* ini berada di belakang *access point*. *Body direction 4* memiliki nilai BER  $10^{-3}$  dibutuhkan SNR (1-6 dB) dan Numerik ( 1.2589, 1.5849, 1.9953, 2.5119, 3.1623, 3.9811 ) , *body direction 4* tidak beda jauh dengan *body direction 2* dikarenakan sama sama berada disamping *access point*.

Meilhat Gambar 4.9 *body direction 1*, *body direction 2*, *body direction 3* dan *body direction 4* sama-sama menyapai BER  $10^{-3}$  tetapi untuk mencapai nilai snr nya berbeda beda. Dan *body direction 1* yang memiliki snr yang lebih kecil yaitu 1- 4 dB.

#### 4 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil perancangan dan simulasi IR-UWB WBAN pada kanal CM4, dengan menggunakan modulasi bpsk, ppm dan gaussian monocycle. Dan hasil pengujian menggunakan bit rondom, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut;

1. Dengan sistem IR-UWB WBAN dari 1000bit yang dikirimkan dengan membutuhkan waktu/ time of arrival 0-500ns terdapat delay di  $x=1$  pada *body direction 1* sebesar..., pada *body direction 2* sebesar (-6.385), *body direction 3* (-10.29), dan *body direction 4* (-9.571).
2. Dengan sistem IR-UWB WBAN kita dapat mengetahui nilai performansi yang didapat dari Teknik IR-UWB WBAN. Dari metode modulasi yang digunakan seperti Bpsk, Ppm dan Gaussian Monocycle, serta menggunakan kanal Cm4 dan Awgn dengan 1000bit data yang dikirimkan dan iterasi 100 kita mendapatkan hasil BER= $10^{-3}$  dan daya yang didapat sebesar 1-6 dB.
3. Dengan modulasi yang digunakan untuk *body direction 1* kita mendapatkan Ber =  $10^{-3}$  dengan Snr = 1-4 dB, *body direction 2* untuk mendapatkan Ber=  $10^{-3}$  memerlukan Snr = 1-5 dB. Sedangkan untuk *body direction 3* untuk mencapai Ber=  $10^{-3}$  memerlukan Snr yang sangat lebar yaitu sekitar 1- 7 dB. Untuk *body direction 4* mendapatkan Ber =  $10^{-3}$  dan Snr nya adalah 1-6 dB. Oleh karena itu untuk mencapai Ber = $10^{-3}$  dengan snr yang kecil adalah *body direction 1* dikarenakan *body direction 1* berposisi 0° pada *access poin* atau biasa disebut line of site. Dikarenakan *body direction 1* tidak terlalu mengalami

halangan yang signifikan jadi saat proses pengiriman lebih cepat dibandingkan body direction 2 – body direction 4.

#### Daftar Pustaka

- [1] N. T Susyanto, “Antena Mikrostrip Bahan Tekstil Frekuensi 2,45 GHz Untuk Aplikasi Telemedis,” 2018.
- [2] A. Lazaro, D. Girbau, and R. Villarino, “Analysis of Vital Signs Monitoring Using an IR-UWB Radar,” *Int. J. Prog. Electromagn. Res.*, vol. 100, pp. 265–284, 2010.
- [3] Hongsan Sheng, P. Orlik, A. M. Haimovich, L. J. Cimini, and Jinyun Zhang, “On the spectral and power requirements for ultra-wideband transmission,” *IEEE Int. Conf. Commun. 2003. ICC '03.*, vol. 1, pp. 738–742, 2003.
- [4] Arsen, Husein Et al.1968. "Ultra Wideband Wireless Communication". United States of America. John Wiley & Sons in publication
- [5] K. Y. Yazdandoost and K. Sayrafian-Pour, *TG6 channel model ID: 802.15-08-0780-12-0006*. 2010.
- [6] M. Sudjai, L. C. Tran, and F. Safaei, “Performance analysis of STFC MB-OFDM UWB in WBAN channels,” *Proc IEEE Int. Symp. Pers. Indoor Mob. Radio Commun. PIMRC*, pp. 1710–1715, 2012.
- [7] Y. R. A. Sukma, E. A. Dahlan, O. Frequency, and D. Multiple, “Performansi Single Carrier Frequency Division Multiple Access Pada Teknologi Radio Over Fiber,” pp. 1–6.
- [8] J. Wiley, and S. Inc., 2001. "Communication System". United States, America Serikat.
- [9] Popescu, S.O, Gontean, A.S., “ Performance comparison of the BPSK and QPSK Modulation Techniques on FPGA”, Proc. International Symposium for Design and Technology in Electronic Packaging, Timisoara, Oktober,2011.
- [10] M. Sudjai, L. C. Tran, F. Safaei, and T. Wysocki “High Speed Adaptive Wireless Body Area Network,”.
- [11] R. Chávez-Santiago, A. Khaleghi, I. Balasingham, and T. A. Ramstad, “Architecture of an ultra wideband wireless body area network for medical applications,” *Proc. 2nd Int. Symp. Appl. Sci. Biomed. Commun. Technol. ISABEL 2009*, vol. 1, 2009.
- [12] N. P. Hapsari, PERANCANGAN DAN REALISASI ANTENA BODY CENTRIC UNTUK KOMUNIKASI WBANs PADA RANGE FREKUENSI (3.1 – 10.6) GHz, B. S. N. Heroe Wijanto, Ed., Bandung, 2014.
- [13] Z. Ghassemloy, W. Popoola, and S. Rajbhandari, *Optical Wireless communication, system and channel modelling with Matlab*. CRC press, 2019.
- [14] C. Wang, J. Bian, J. Sun, W. Zhang, and M. Zhang, “A Survey of 5G Channel Measurements and Models,” *IEEE Communications Surveys Tutorials*, vol. 20, no. 4, pp. 3142–3168, Fourthquarter 2018.
- [15] D. McClearnon, “Unlocking 6 Key Measurement Challenges for 5G Radio Validation,” 2018.

